



京都大学 学術情報メディアセンター
早稲田大学 未来イノベーション研究所
産業技術総合研究所人工知能研究センター
美馬 秀樹

デジタル化の課題とデジタル化資料の活用について
—情報学の観点から—

内容

I : 岩波書店「思想」のデジタル化
プロジェクト

II : デジタル化の課題

III : デジタル化資料の活用

岩波「思想」90年の構造化



- ✖ **構想**
 - + 日本を代表する思想・哲学ジャーナル『思想』（1921年創刊）の90年分、約16万ページ、論文本数約8600本について、デジタル化とその「知の構造化」を行う
- ✖ **目的**
 - + 『思想』という知の集積と20世紀日本の哲学・思想史を明らかにする
 - + 文献のデジタル化に関する方法論を確立する
 - ✖ OCR、文書構造認識、検索、知の構造化
 - + 分析結果の教育での活用

岩波「思想」の構造化と問題点

✖ 対象

- + 1921年創刊 岩波「思想」90年分
 - ✖ 1000号、約8600論文、16万ページ
 - ✖ 86年まで活版印刷=14万ページ分はデジタルデータなし

✖ デジタル化の課題

- + 大量
- + 原本が古く、取り扱いに注意が必要
- + 1921～50年頃は旧字体が使われている

テキストデータの取得

- 印刷された文字をコンピュータで処理可能なデジタルテキストに変換
 - 画像化: スキャン
 - テキスト化: OCR(Optical Character Recognition)

書籍・出版物



画像化

画像データ

するエリー・ト待留論を持つて、その点でニーチェに共鳴した面もあります。当時のアレヴィ・サーケルには、二十世紀前半ロマン・ロマンとともにフランスの左翼知識人運動の中心を担ったアンリ・バルビースや、のちの人民戦線の首班レオン・ブルーム、そしてマルセル・ブルーストがいました。また、ブルーストと同世代のデイドーが、のちのフランスの世代にとって、ニーチェへの感銘と殺戮を務めることになります。二〇世紀に入りますと、三〇年代のナチによるニーチェの横領が生じますが、それと思想的に真に向から闘った人として、ニーチェの影響を強く受けつつ自己形成をしたジョルジエ・バタエイがあげられます。バタエイにとってニーチェとファシズムという問題は避けられない問いでした。逆に言うと、三〇年代からニーチェとファシズムという問いは、フラン

テキスト化

テキストデータ

するエリート待望論を持つていてその点で二一チエに共鳴した面もあります。当時のアレヴィ・サーカルには、二〇世紀前半ロマン・ロランとともにフランスの左翼知識人運動の中心を担ったアンリ・バルビュスや、のちの人民戦線の首班レオン・ブルム、そしてマルセル・ブルーストがいました。

デジタル化手法の検討

(4段階:◎, ○, △, ×)

	精度	コスト	時間	検討事項
人手入力	◎	×	△	・持出禁止あるいは取り扱いの 難しい書籍では、コピーを取 る必要がある
ブックスキャナ +OCR	○	○	◎	・誤認識をどう修正するか ・旧字体の認識精度
音声認識	△	△	×	・誤認識をどう修正するか ・旧字体の読み上げ

- ・コストと時間、精度のバランス
 - ・技術発展によりさらに精度向上、効率化が期待できる
- **ブックスキャナ + OCR(Optical Character Reader) を選択**

デジタル画像化

- ✖ 対象物のスキャンによりデジタルデータ化
 - + スキャナの種類(スキャン形態による分類)
 - ✖ フラットベッドスキャナ
 - ★ 本をガラスの台に固定し、下から光を当てて読み取る
 - ✖ シートフィードスキャナ
 - ★ 自動原稿送り装置で原稿を送り、読み取る
 - ✖ カメラスキャナ(スタンドスキャナ)
 - ★ 原稿を専用の台に置き、カメラで撮影する
 - ★ 本の非破壊スキャンが可能



カメラスキャナ

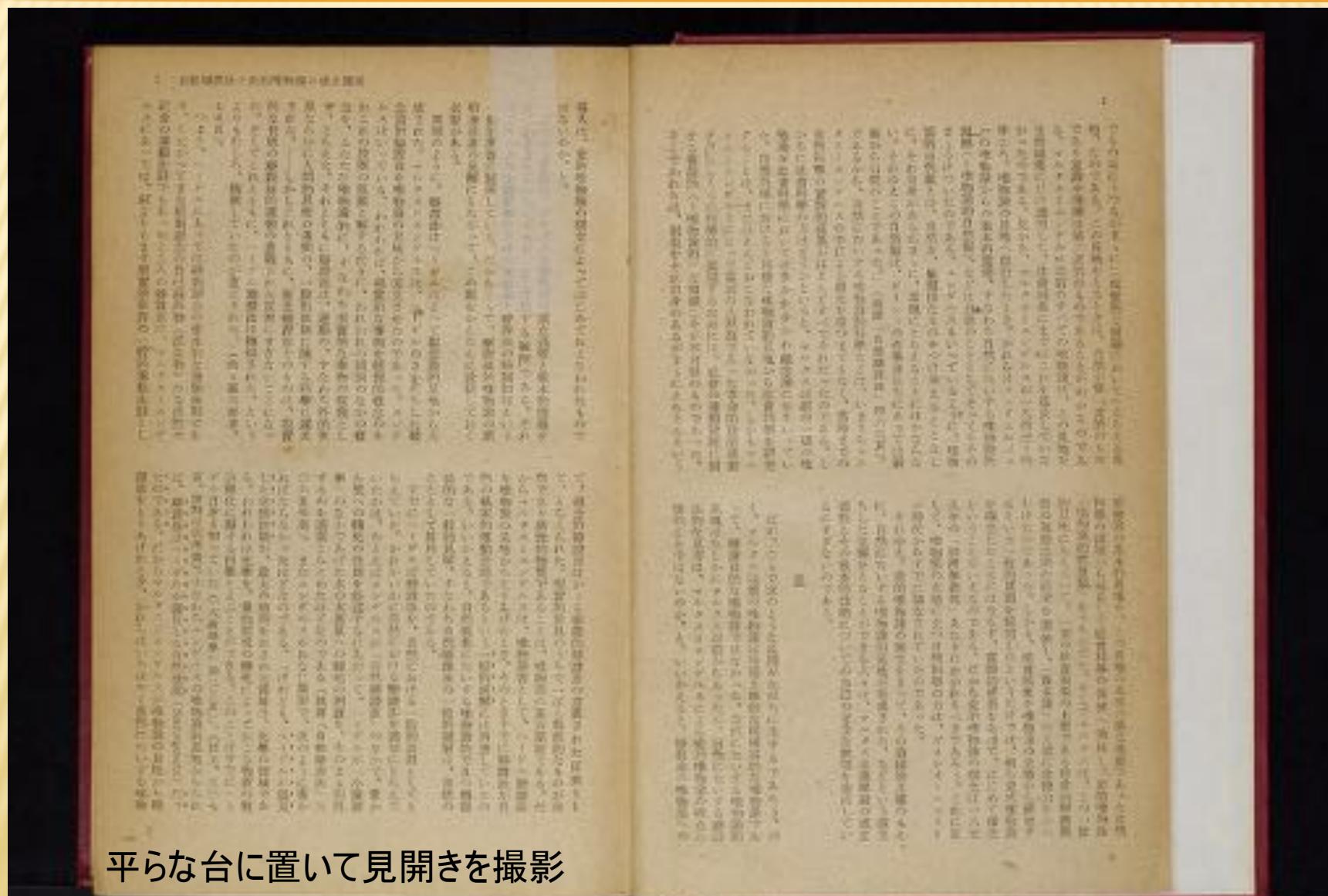


自動的に本をめくり
上にある2台のカメラで撮影

本を痛めることなく
自動でスキャンが可能

キルタス社製BookScanner(APT BookScan
2400RA)

カメラスキャナによるスキャン例

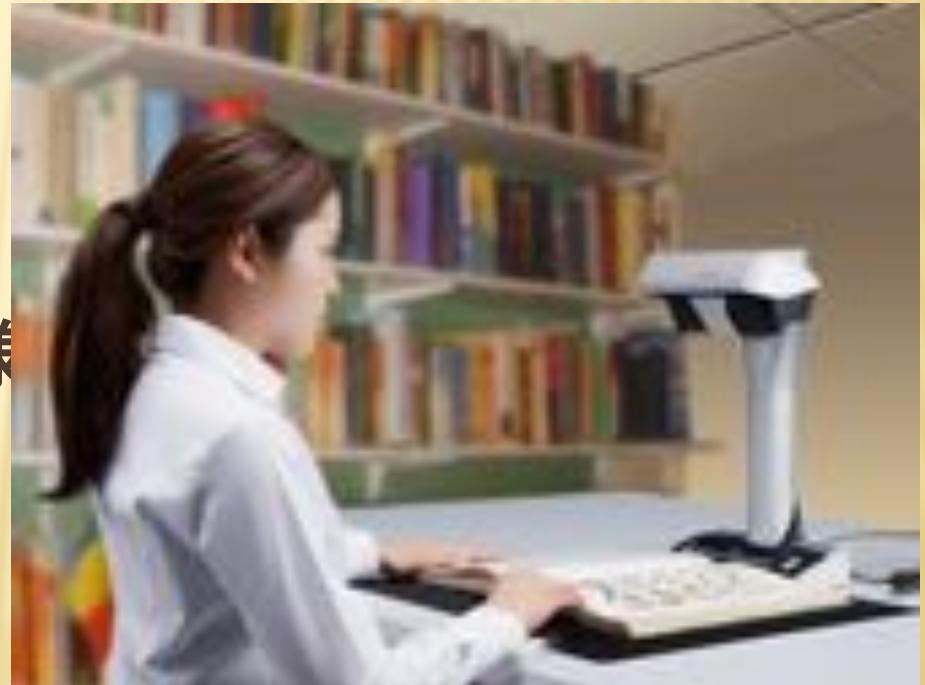


平らな台に置いて見開きを撮影

カメラスキャナ？

✖ Scansnap SV600

- + 実はカメラではなくラインセンサーでスキャン
- + ラインセンサーと
ライトが首を振る
- + 機能としてはカメラ
カメラスキャナと同様



BOOK TURNER

CASIO

大切な本やノートを電子書籍化

電子書籍化支援システム

BOOK TURNER

ブックターナー

[裁断不要] [ページめくりをアシスト]



購入前のご注意

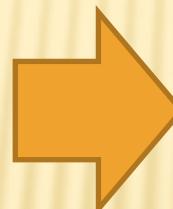
- ・本製品は、完全自動で書籍を電子化するブックスキャナーではありません。使用者の補助が必要ですので、最初にトレーニングしてから、大切な本などを撮影することを推奨します。
- ・本やノートの紙質、厚さ、製本状態によっては、本製品のページめくり動作がうまくできない場合があります。その場合は、半自動モードもしくは手動モードで撮影してください。
- ・本製品を使用する場合は、著作権法を遵守してください。
- ・本製品を使用するには、タブレットまたはスマートフォンと専用アプリが必要です。
- ・本製品には、タブレットやスマートフォンは含まれません。

デジタルテキスト化: CHARACTER RECOGNITION)

OCR(OPTICAL

× デジタル画像から文字を認識する

するエリート待望論を持つていて、その点でニーチェに共鳴した面もあります。当時のアレヴィ・サークルには、二〇世紀前半ロマン・ロランとともにフランスの左翼知識人運動の中心を担ったアンリ・バルビュスや、のちの人民戦線の首班レオン・ブルム、そしてマルセル・ブルーストがいました。また、ブルーストと同世代のジイドが、のちのフランスの世代にとって、ニーチェへの橋渡し役を務めることになります。二〇世紀に入りますと、三〇年代のナチによるニーチェの横領が生じますが、それと思想的に真っ向から闘った人として、ニーチェの影響を強く受けつつ自己形成をしたジョルジ・バタイユがあげられます。バタイユにとってニーチェとファシズムという問題は避けられない問いでした。逆に言うと、三〇年代からニーチェとファシズムという問いは、フラ



するエリート待望論を持つていて、その点でニーチェに共鳴した面もあります。当時のアレヴィ・サークルには、二〇世紀前半ロマン・ロランとともにフランスの左翼知識人運動の中心を担ったアンリ・バルビュスや、のちの人民戦線の首班レオン・ブルム、そしてマルセル・ブルーストがいました。また、ブルーストと同世代のジイドが、のちのフランスの世代にとって、ニーチェへの橋渡し役を務めることになります。二〇世紀に入りますと、三〇年代のナチによるニーチェの横領が生じますが、それと思想的に真っ向から闘った人として、ニーチェの影響を強く受けつつ自己形成をしたジョルジ・バタイユがあげられます。バタイユにとってニーチェとファシズムという問題は避けられない問いでした。逆に言うと、三〇年代からニーチェとファシズムという問いは、フラ

OCRシステム

- ✖ 市販ソフト
 - + メディアドライブ WinReaderPRO、e.Typist
 - + ABBYY FineReader
 - + パナソニック 読取革命
 - ⋮ ⋮ ⋮
- ✖ サービス
 - + Google Cloud Vision API
 - + Evernote API
 - ⋮ ⋮ ⋮

OCR精度の向上による 言語処理結果の向上

✖ OCR精度

95% から 99.85% へ

OCR精度95%での用語抽出結果

	1930年	1931年	1932年	1933年	1934年	1935年	1936年	1937年	1938年	1939年
1	自然 科学	日本	日本	道 穂	日本	自己 自身	西田 哲学	道 穂	アメリカ	自己 同一
2	資本 主義	カント	ギルヘルム	フランス	宗 敦	自己 限定	日本	自己 自身	英國	日本
3	日本	アメリカ	ブルジ	自然 科学	フランス	道 穂	自己 自身	日本	日本	道 穂
4	フランス	自己 自身	カント	カント	資本 主義	日本	自己 限定	アントニ	自己 同一	プラトン
5	道 穂	ブルジ	宗 敦	日本	ブルジ	根 附	寺田 先生	圭 体	フランス	宗 故
6	ブルジ	自己 限定	自然 科学	ブルジ	昭和 八	自然 科学	フランス	職業 生活	イギリス	ピュタゴラス
7	回顧	宗 敦	ファウスト	アジア	道 穂	フランス	自己 矛盾	フランス	ヨーロッパ	自己 自身
8	エンゲルス	フランス	資本 主義	スペンサー	昭和 九	独逸	ノエシス	表現 活動	自己 自身	支那
9	唯物 弁証 法	エンゲルス	自己 自身	ドイツ	ドイツ	宗 敦	道 穂	ベルゲソン	自由 圭 義	絶対 矛盾
10	宗 敦	メーリング	絶対 精神	ゲシヒテ	自然 科学	口 子	カント	自己 否定	自由 主義	吉利

道徳、宗教、ブルジョア等の認識間違いが多数みられる

OCRによる電子化と課題

× 文字認識精度が低い

- + 旧字体の認識精度の問題
- + 強調部分、ルビ、外来語部分の認識
- + レイアウト解析に失敗し文字化けする

→近代文語論文の特徴抽出を行い精度を上げる

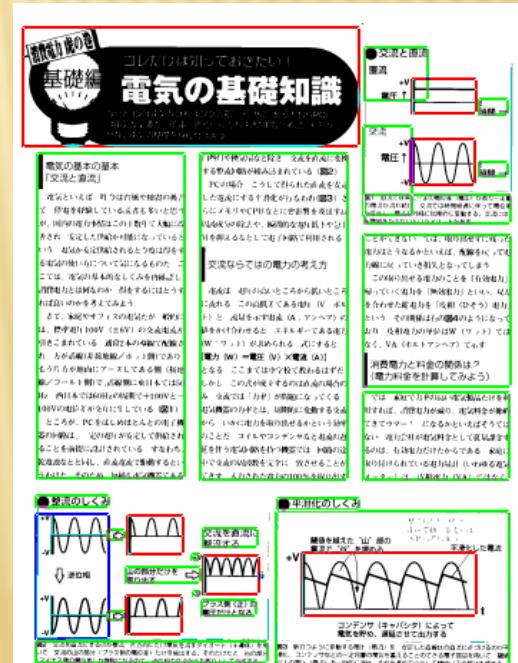
× 人手による作業コストの増大

- + レイアウト解析が不十分

- × タイトル、著者、脚注部分等のメタ情報を識別しなければならない
 - × 論文の区切りを識別（ページの途中で別論文が始まる等）

- + 誤認識の人手による訂正と学習

→自動化・システム化を行い、作業コストを軽減する



精度低下の原因

× 異体字・旧字体

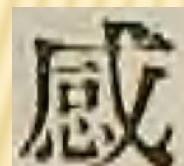
例: 教 ⇔ 教 学 ⇔ 學

× フォントの違い

「と」: 一画目が斜め、二画目の入りが大きい

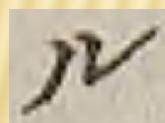


→ 「ご」や「ざ」と誤る



「感」: 「心」の部分が小さい

→ 「戠」や「咸」と誤る



「ル」: 右側が上がっている

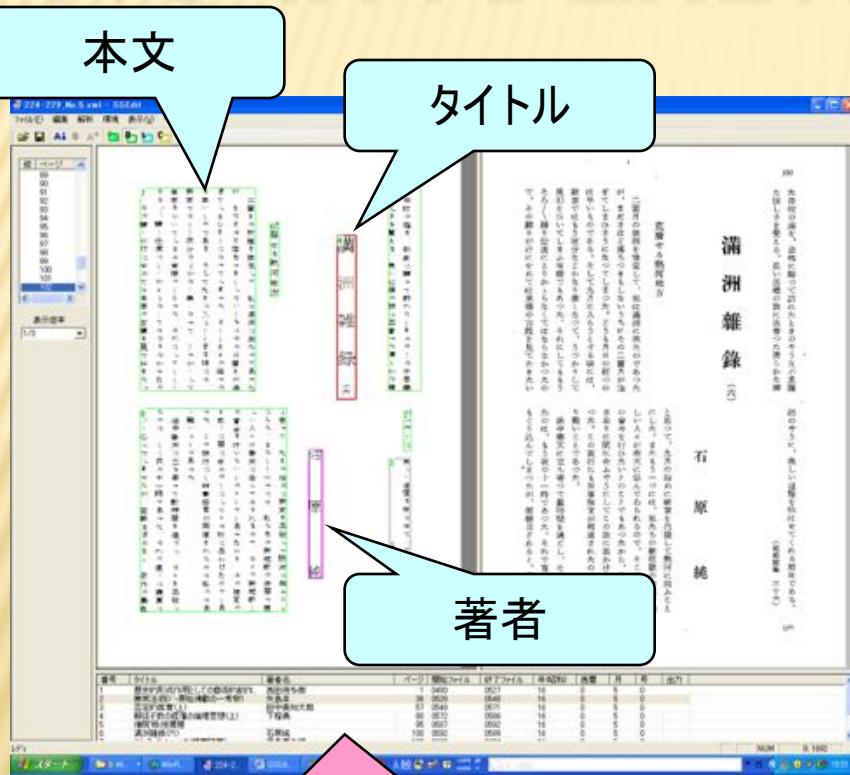
→ 「メ」と誤る

精度99.85%での用語抽出結果

	1930年	1931年	1932年	1933年	1934年	1935年	1936年	1937年	1938年	1939年
1	自然 科学	ヘーゲル	ヘーゲル	自然 科学	ヘーゲル	自己 自身	ヒューマニズム	アントニ	アメリカ	自己 同一
2	マルクス 主義	マルクス 主義	ゲーテ	唯物 論	マルクス	自己 限定	西田 哲学	ヘーゲル	ヘーゲル	ピュタゴラス
3	唯物 論	弁証 法	マルクス 主義	マルクス	フランス	ヘーゲル	ヘーゲル	自己 自身	自己 同一	プラトン
4	ヘーゲル	カント	ギルヘルム	カント	キリスト	アリストテレス	自己 自身	職業 生活	自由 主義	自己 自身
5	エンゲルス	自己 自身	形而 上学	スペンサー	アリストテレス	自然 科学	自己 限定	表現 活動	イギリス	ディオニューソス
6	プロレタリアート	プロレタリアート	弁証 法	存在 論	日本 精神	ロゴス	弁証 法	ベルグソン	自己 自身	キリスト
7	資本 主義	ジャーナリズム	エンゲルス	アリストテレス	自然 科学	プラトン	ノエシス	自己 否定	フランス	モラル
8	トーキー	形而 上学	ファウスト	イデオロギー	エンゲルス	エネルギー	プラトン	プラトン	ヨーロッパ	ロゴス
9	コント	マルクス	ディルタイ	ディルタイ	自己 自身	ノエシス	アリストテレス	弁証 法	ロゴス	エーツス
10	観念 論	イデオロギー	カント	形而 上学	カント	ベルグソン	ソクラテス	デカルト	アントニ	ソクラテス

上位には間違いがほとんど見られない

これまでの取り組み レイアウト解析ソフトウェアの開発



- × タイトル・著者名の抽出
- × ルビ・強調文字と単語(文字)の対応付け
- × ページ番号、注の検出
- × 発行年・月・号の取得
- × 新旧字体変換の作成
- × CSVファイルへの出力
- × 誤認識文字の置換(候補から選択、手動入力)
- × レイアウトの修正(ブロックの切り出し、順番の変更)

論文の区切りを認識して
CSV形式にまとめる

機械学習を用いた レイアウト属性付け

レイアウト属性の正解データ

ページ番号

柱

本文

タイトル

著者

機械
学習

特徴量による
分類器

特徴量

視覚的特徴量

文字サイズ

ブロックサイズ

ブロック位置

余白長さ

言語的特徴

「名詞」割合

「人名」割合

精度(F値)	ルール	機械学習
タイトル	0.913	0.960
著者	0.966	0.985
柱	0.974	0.979
ページ番号	0.994	0.995
本文	0.985	0.992

人手で作成したルールに比べ高精度

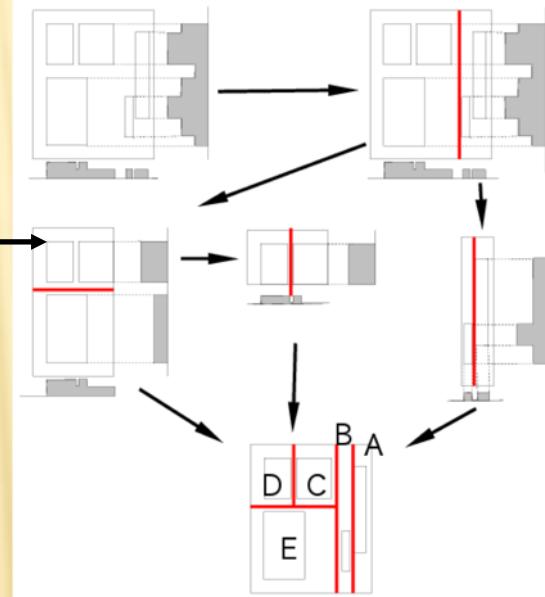
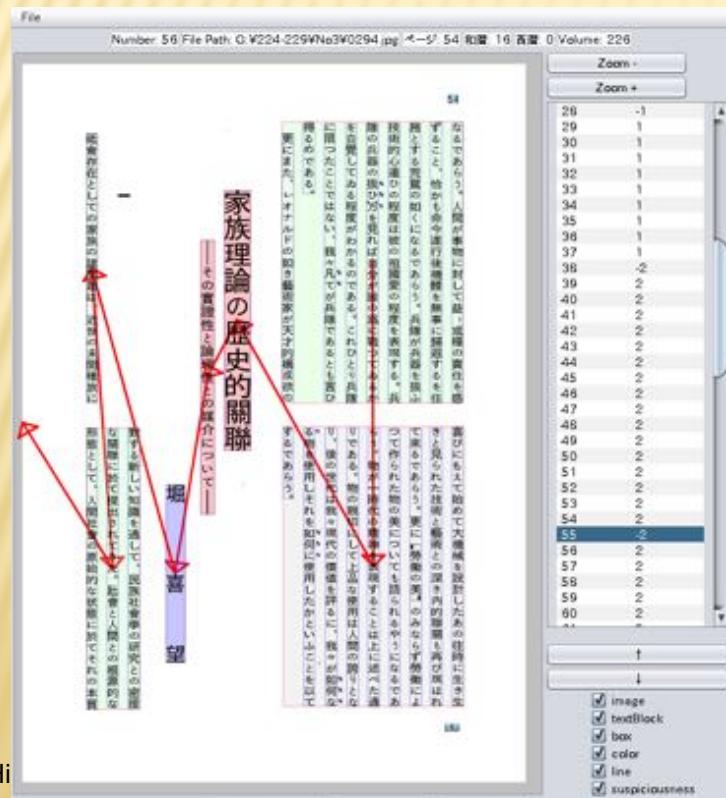
ブロック読み順の推定

OCR結果のブロック間の順番を自動で推定

自動読み上げ

テキスト検索の精度向上

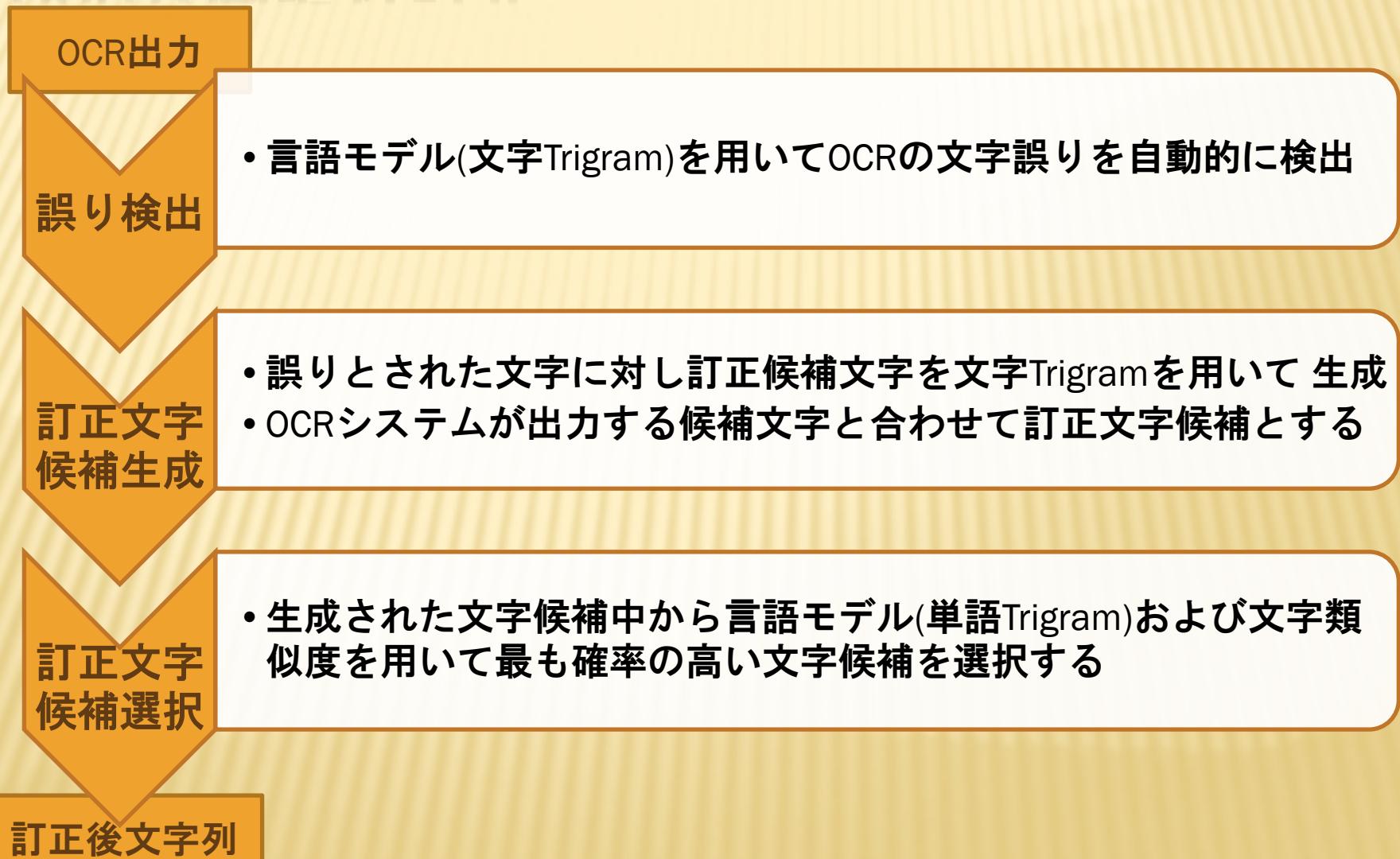
機械学習による推定



認識誤差: 0.04

←人手による修正インターフェース
最終的な人手チェックの労力を削減
半分程度の時間で修正可能

言語モデルを用いた OCR文字誤り訂正



OCR実験: 「思想」年代別文字認識精度

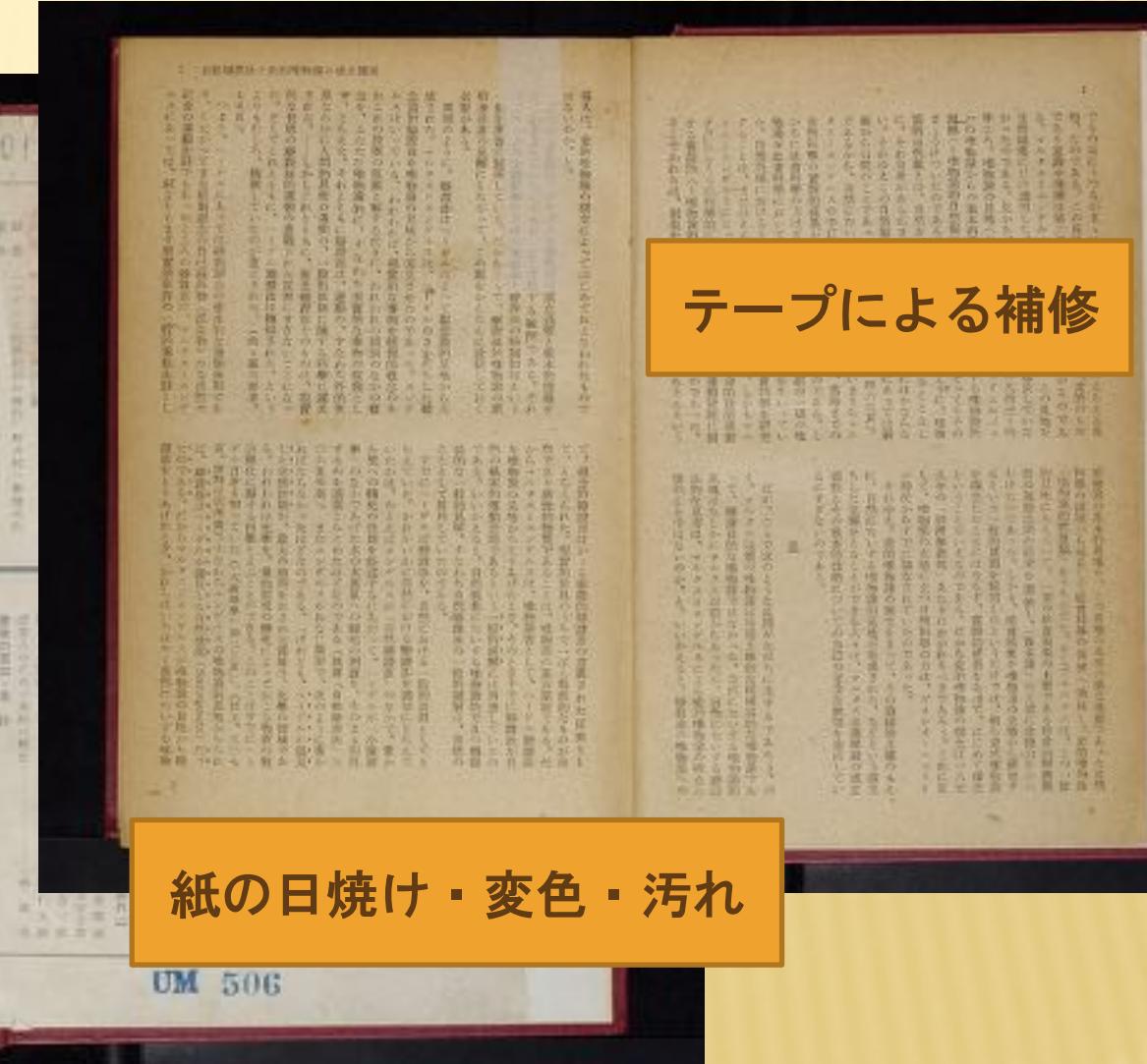
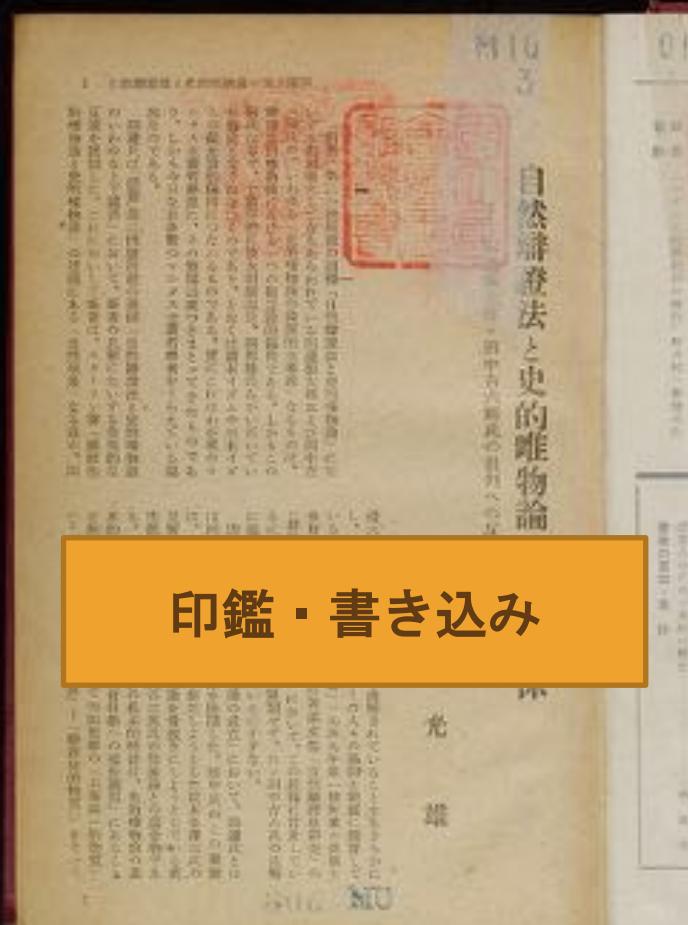
各年代1論文を人手でチェック

年	データ番号	文字数	誤認識数	認識精度	
2000	0010-1	15998	31	99.81%	
1990	0010-1	41638	215	99.48%	
1980	0010-1	32229	83	99.74%	
1970	0010-1	29476	846	97.13%	参考文献に横倒し文字多数
1960	0010-1	3090	61	98.02%	横倒し文字
1950	0010-1	6066	170	97.19%	原本の状態が悪い
1940	0010-1	8316	52	99.37%	
1930	0010-1	4294	348	91.90%	横倒し文字
1921	0010-1	9218	1078	88.31%	横倒し文字、原本の状態、 フォントの違い

古い年代ほど原本の状態などにより精度が低下

その他、OCRの課題

原本の状態による認識の困難さ



広告の一行が 本文に取り込まれ る

■ 服务与客户

マリー・キャスリー

ジョン・「聖友」のショーラトは、
といって、人間マークが躍動する。
東京版を駆使して魔力のある作風
が躍進上げた。東大卒物理学者の
身上小伝記、西田英二著、秀友社1960

手稿專集

滋賀県主導で「近畿四國を横断した区域の再生から中華人民共和国成立まで、米公債賃貸手取を軸として開拓政策を実施。」とある。

翻譯時鐘

西条由代監修文庫第2編第2巻不
機型直譯編 東アジアの文庫直時
翻訳註いかに序されたか。近代中
國の思想家・知識探求の路を追跡
し、その過程と確實を明かす。重大
な文庫、最新の研究動向。￥ 3,500

セザンヌの画

内川義生『少年時代の身体觀から
後年の宗教性へ』、セザンヌの色彩
の強烈と純化を、各ジャンルにわ

「あるいは、年齢不均等性の被害者」という観点で検討してしまってことの問題性もわたります」また「私のような人間が被害者の方々の痛みを「understanding」するならば、それはまさに「understanding」政治そのもののなのだと言ははかない、しかし、他方で、浦瀬が無くていいこととすれば、決してそうではないし、また浦瀬の実現に向けて、被害当事者の方々を囲むの人間がサポーーして、こゝにこゝを必要なんじ、ないか」

実はこのされた集会の翌々日、「厚生事務に対する謝罪を求める会」の面々で、被害者の女性と一緒に、厚生省に由田と交渉をしました。私は同意できなかっただんですが、厚生省は「那时としては合法だったんだから、問題はない」の一を強り、「たそうです、この交渉には、ナチスの厚生政策の被害者に対する報復政策の実現に取り組み、一〇月の集会でも講演をしてくれた」クリスティーネ・テラーさんといふ、ノルマの精神科医(C・テラ)／野田正彰／小保和一郎(医学・精神科医)／

飾り線の認識

飾り線の認識

飾り線が文字の一部として認識される

「思想」 文字認識誤りの訂正

✖ 実験評価

- + データ: 1940年1月号最初の論文
 - ✖ ページ数 11 (うち1ページは行認識誤りのため不使用)
 - ✖ 文字数 7368
 - ✖ 誤り文字数 50 (0.67%、新字旧字の違いは誤りとしない)
- + 手法
 - ✖ 誤り検出法: WRP出力の確信度 or Ngram
 - ✖ 訂正文字候補: WRP出力の候補のみ
 - or WRP候補 + Ngram候補

「思想」 文字誤り訂正

✖ 文字誤り検出結果 (誤り文字数50)

	検出数	正解数	誤検出	Precision	Recall	F値
確信度(閾値80)	212	20	192	0.094	0.400	0.153
確信度(閾値90)	1421	28	1393	0.019	0.560	0.038
Ngram	357	42	315	0.118	0.840	0.206

✖ OCR確信度と文字誤りの関係

確信度	100	90-99	80-89	70-79	60-69	50-59	1-49	0
総文字数	4780	1138	1209	161	26	11	14	28
誤り文字数	4	9	8	14	1	1	4	9
誤り率(%)	0.08	0.79	0.66	8.70	3.85	9.09	28.57	32.14

確信度0 ⇌ 横倒し文字として認識

「思想」 文字誤り訂正

✖ 文字誤り訂正結果

誤り検出法	文字候補生成法	正解 訂正数	誤訂正数	文書精度	改善率	改善数
確信度 (閾値80)	OCR	15/ 20	11/ 192	99.32→99.38	+0.05	+4
	+Trigram	13/ 20	20/ 192	99.32→99.23	-0.10	-7
Trigram	OCR	23/ 42	20/ 315	99.32→99.36	+0.04	+3
	+Trigram	22/ 42	73/ 315	99.32→98.63	-0.69	-51

デジタル化に向けての課題

✖ デジタル画像化

- + いかに質のよい大量のデジタル画像データを取得するか

✖ OCR

+ レイアウト解析

- ✖ 文字の位置やつながり写真等との切り分け

+ 文字認識

- ✖ 古いフォント

- ✖ るび

- ✖ 言語モデル

機械学習(ディープラーニング)の活用

最近の話題：DNNによるレイアウト認識

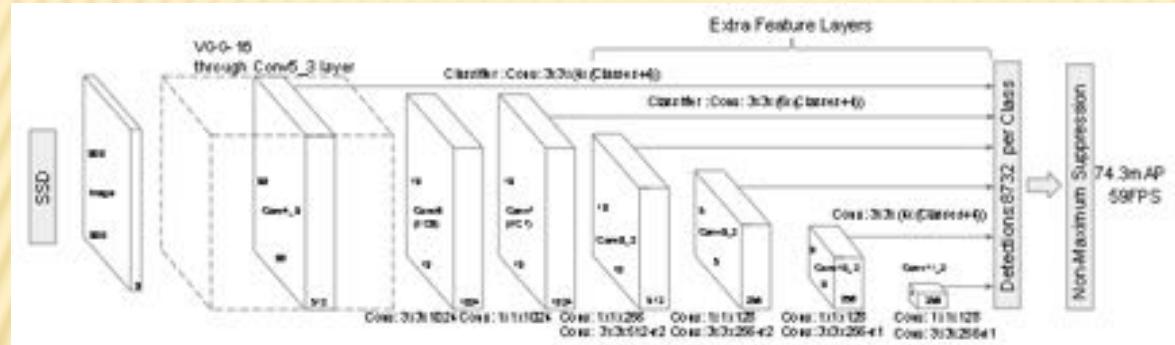
DNNによるレイアウト認識実験

- ✖ 人文学オープンデータ共同利用センターN2I
プロジェクト+東京大学+国立国会図書館+NIIの共同研究
 - + 「思想」「国民之友」「東洋学芸雑誌」のレイアウト認識正解データ約1000ページ
 - + SSD(Single Shot Multi Detector)
 - ✖ kerasによる実装(https://github.com/rykov8/ssd_keras)の書き換え

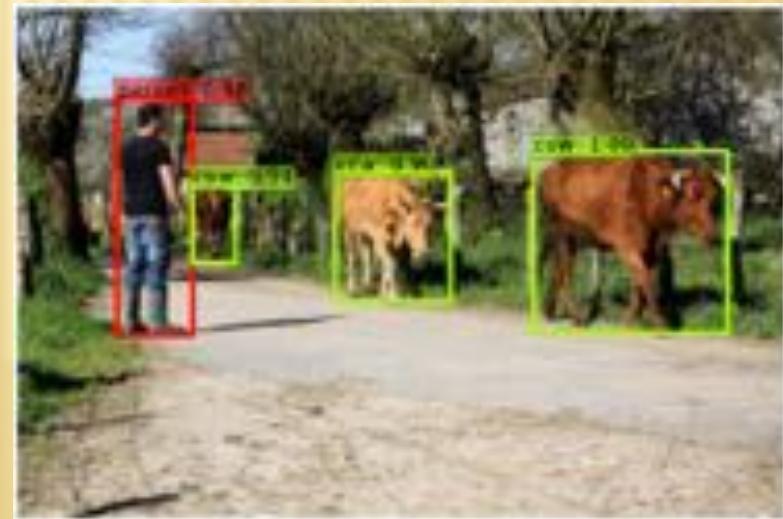
SSD

物体認識問題に対して高い性能を発揮していたVGG-16[1]と呼ばれるネットワーク構造に手を加え、物体検出の問題に応用できるようにした手法

SSDのネットワーク構造



(原著論文(<https://arxiv.org/pdf/1512.02325.pdf>)から引用)



[1] Simonyan, Karen, and Andrew Zisserman. "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition." arXiv preprint arXiv:1409.1556 (2014).

(<https://arxiv.org/pdf/1409.1556.pdf>).

現状の結果の一部（1）

SSDによる認識結果



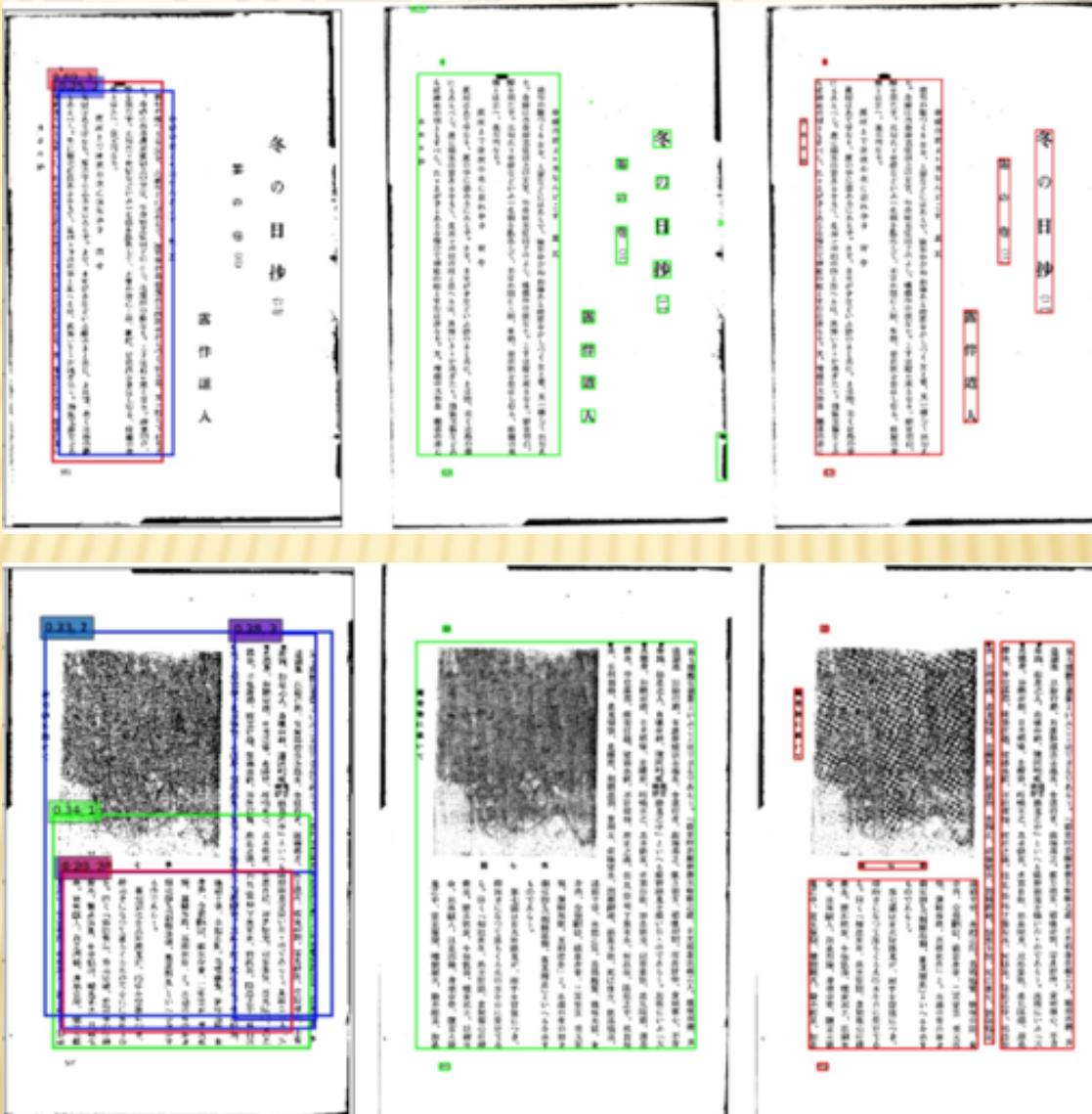
WinReaderPROによる認識結果



正解レイアウト



現状の結果の一部（2）



デジタル化資料の活用

混沌とした知識を活用するためには
「知の構造化」が必要

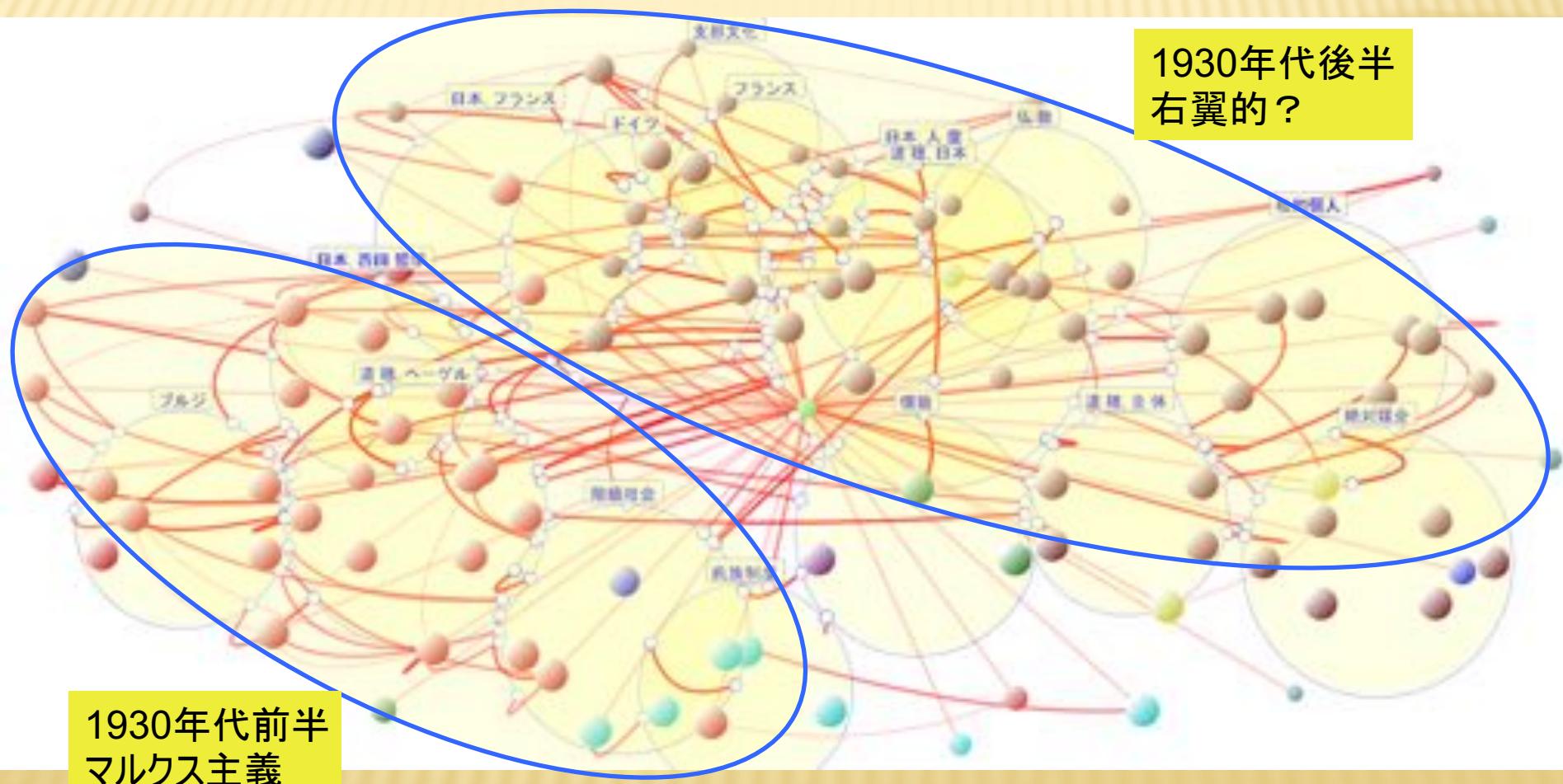
「分野、組織、時勢を越えて、
知を(再)活用できるようにする」

知(コンテンツ)を捉える

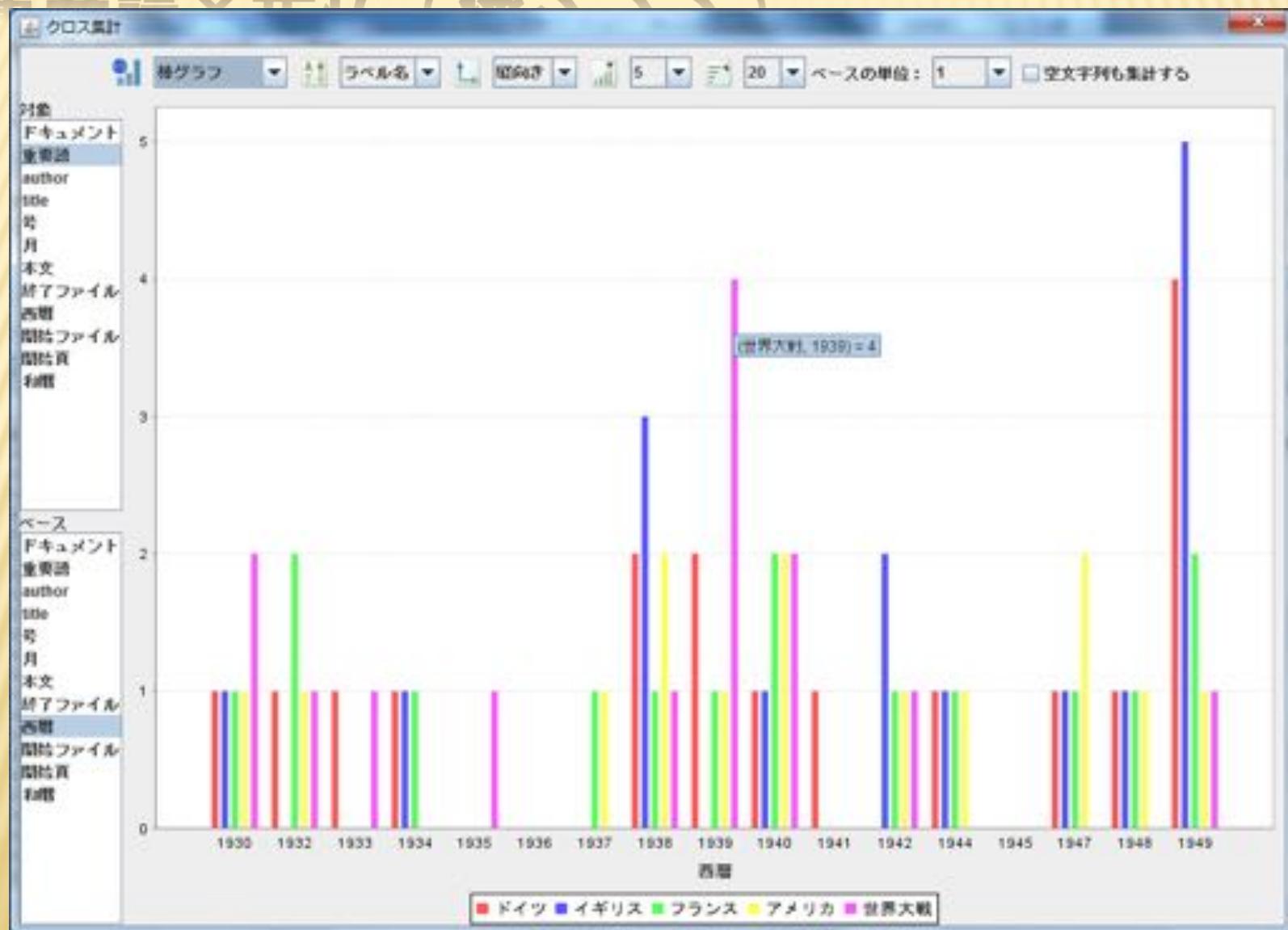
人が読む

MIMAサーチ「思想」構造化

MIMAサーチ可視化分析 「大和民族」に関する論述



属性毎のクロス集計 重要語×年代（棒グラフ）



属性毎のクロス集計 重要語×著者（円グラフ）



言葉の表現の集計

× 著者ごとよく使う表現を集計

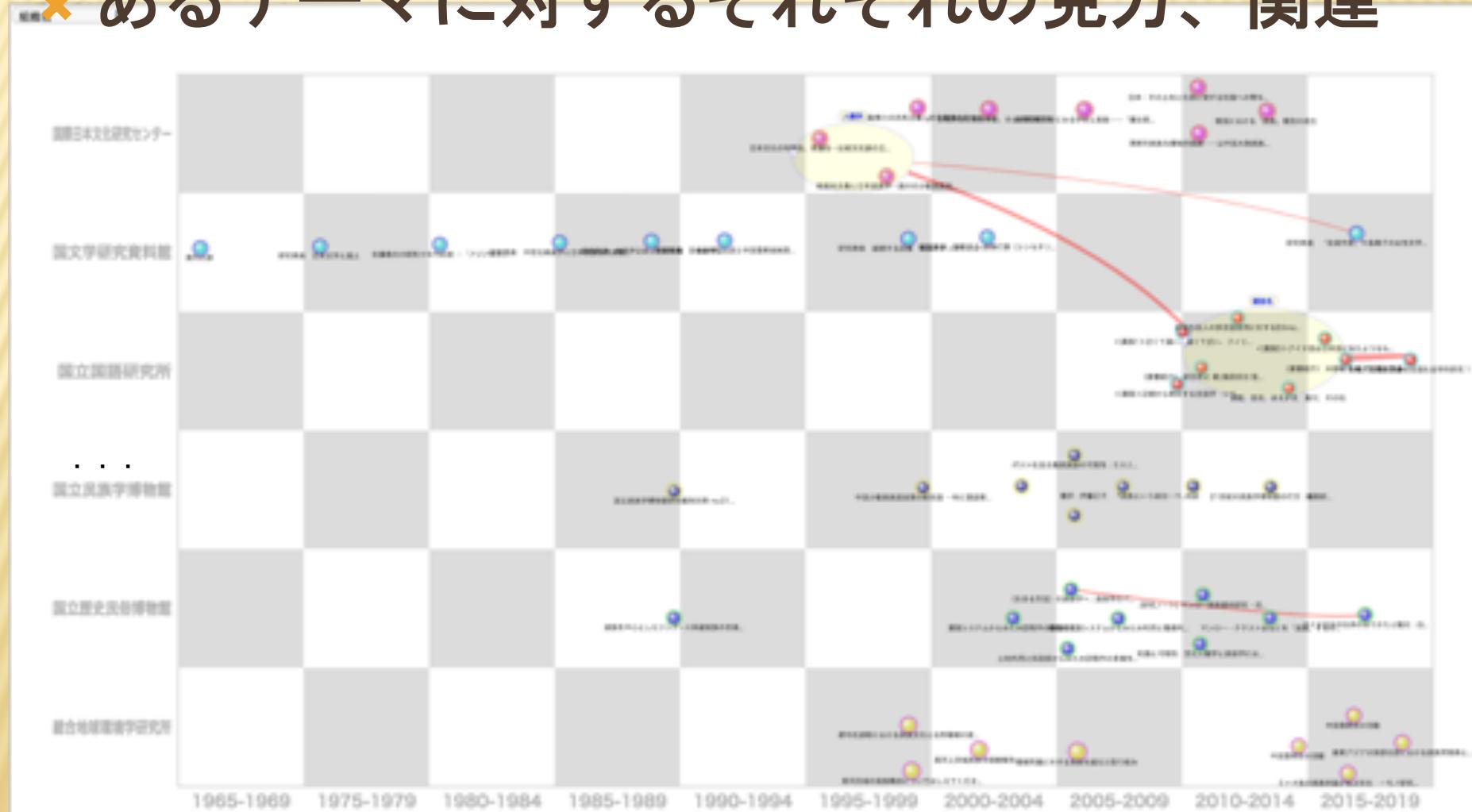
著者: 三木清 (著者リスト) キーワード: 論理 検索

スコア順 頻度順 著者別順

著者	係り元	係り先	頻度	スコア	用例
三木清	構想力	論理	121	772.609	→用例
	論理	有る	89	186.431	→用例
	論理	論理	50	167.034	→用例
	形	論理	20	113.841	→用例
	論理	無い	42	109.242	→用例
	論理	言う	30	91.590	→用例
	経験	論理	16	91.073	→用例
	直観的悟性	論理	13	83.008	→用例
	論理	就く	21	78.669	→用例
	理性	論理	11	62.613	→用例
	論理	もの	19	59.415	→用例
	論理	考える	15	58.504	→用例
	論理	する	21	52.794	→用例
	論理	従う	13	51.835	→用例
	悟性	論理	8	42.293	→用例
	論理	因る	12	38.996	→用例
	想像	論理	6	38.311	→用例
	論理	居る	14	37.403	→用例

横断的な知見

× あるテーマに対するそれぞれの見方、関連



AIが読む

人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォーム

次世代AI人材育成

世界レベルのAI研究者の教育コンテンツを提供し、ディープラーニングに代わる次世代AI技術の開発人材を育成



人と共に進化するAI オンライン教育プラットフォーム

次世代オンライン 教材配信プラットフォーム

人工知能関連の 基礎学問講座



実践的計算機基礎 サイバーセキュリティ ラーニング教材



指導教員用 トレーニング教材



AI大学生



教育効果測定 学習 強化AI



教育支援AI開発

AI技術の基礎課程を習得したAIを構築。
AI大学生は、人と共に進化する教育支援AIとして活躍

過去の履修データより、

- ・教育効果測定AI
 - ・個別カリキュラム自動生成AI
- を構築。学習の進展に応じた履修選択、振り返り学習を支援

活用のまとめ

■ AIが読む

- 質問応答
- 未来予測

人材育成

■ 人が読む

- 資料体へのアクセス・公開
 - 教育支援、教材づくり
 - 海外の研究者の支援
 - 近代の言語資源の価値化

ご清聴ありがとうございました

mima.hideki.8y@kyoto-u.ac.jp

MIMAサーチ

検索

